



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado

**Resistencia al cizallamiento in vitro de dos tipos de
brackets y su efecto sobre el esmalte dental. Lima-
Perú. 2014-2015**

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magister en Docencia e

Investigación en Salud

AUTOR

Marco Antonio CRUZ ESCALANTE

ASESOR

Dr. Sergio Gerardo RONCEROS MEDRANO

Lima, Perú

2019



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Cruz, M. Resistencia al cizallamiento in vitro de dos tipos de brackets y su efecto sobre el esmalte dental. Lima- Perú. 2014-2015 [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2019.

HOJA DE METADATOS COMPLEMENTARIOS

1) CODIGO ORCID DEL AUTOR:

No aplica

2) CODIGO ORCID DEL ASESOR:

0000-0003-2117-2357

3) DNI DEL AUTOR:

40586817

4) GRUPO DE INVESTIGACIÓN:

No aplica

5) INSTITUCIÓN QUE FINANCIA PARCIAL O TOTALMENTE LA INVESTIGACIÓN:

Ninguna

6) UBICACIÓN GEOGRAFICA DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN DEBE INCLUIR LOCALIDADES Y COORDENADAS GEOGRÁFICAS.

Universidad Nacional de Ingeniería

Avenida Túpac Amaru 210 Apartado 1301, Rímac 15333

Distrito de Rímac – Lima – Perú.

Universidad Peruana Cayetano Heredia

Av. Honorio Delgado 430, San Martín de Porres 15102

Distrito San Martín de Porres – Lima – Perú.

7) AÑO O RANGO DE AÑOS QUE LA INVESTIGACIÓN ABARCO:

2 años 2014 - 2015



Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado
Sección Maestría

ACTA DE GRADO DE MAGISTER

En la ciudad de Lima, a los 31 días del mes de julio del año dos mil diecinueve siendo la 12:00 pm, bajo la presidencia del Dr. Luis Fernando Pérez Vargas con la asistencia de los Profesores: Mg. José Luis Saavedra Leveau (Miembro), Dra. Luisa Hortensia Rivas Díaz (Miembro), Mg. Francisco Michele Avello Canisto (Miembro) y el Dr. Sergio Gerardo Ronceros Medrano (Asesor); el postulante al Grado de Magister en Docencia e Investigación en Salud, Bachiller en Odontología, procedió a hacer la exposición y defensa pública de su tesis Titulada: **“RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO IN VITRO DE DOS TIPOS DE BRACKETS Y SU EFECTO SOBRE EL ESMALTE DENTAL. LIMA-PERÚ. 2014-2015”** con el fin de optar el Grado Académico de Magister en Docencia e Investigación En Salud. Concluida la exposición, se procedió a la evaluación correspondiente, habiendo obtenido la siguiente calificación **B MUY BUENO 18**. A continuación el Presidente del Jurado recomienda a la Facultad de Medicina se le otorgue el Grado Académico de **MAGÍSTER EN DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN SALUD** a la postulante **MARCO ANTONIO CRUZ ESCALANTE**.

Se extiende la presente Acta en tres originales y siendo las 01:10 pm, se da por concluido el acto académico de sustentación.

Mg. José Luis Saavedra Leveau
Profesor Principal
Miembro

Dra. Luisa Hortensia Rivas Díaz
Profesora Principal
Miembro

Mg. Francisco Michele Avello Canisto
Profesor Asociado
Miembro

Dr. Sergio Gerardo Ronceros Medrano
Profesor Principal
Asesor

Dr. Luis Fernando Pérez Vargas
Profesor Principal
Presidente

**RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO *IN*
VITRO DE DOS TIPOS DE BRACKETS Y SU
EFECTO SOBRE EL ESMALTE DENTAL.
LIMA – PERÚ. 2014 - 2015**

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	7
 CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	 8
1.1 Situación problemática	8
1.2 Formulación del problema	10
1.3 Justificación de la Investigación	10
<i>1.3.1 Justificación Teórica</i>	10
<i>1.3.2 Justificación Práctica</i>	11
1.4 Objetivos de la Investigación.....	12
1.4.1 Objetivo General	12
1.4.2 Objetivos Específicos	12
1.5 Hipótesis:	13
1.6 Operacionalización de Variables	14
 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	 15
2.1 Marco Filosófico	15
2.2 Antecedentes	17
2.3 Bases teóricas	19
<i>2.3.1 Esmalte dental</i>	19
<i>2.3.2 Propiedades físicas del esmalte</i>	20
<i>2.3.3 Adhesión de brackets</i>	21
<i>2.3.4 Tipos de adhesión</i>	22
<i>2.3.5 Ventajas y limitaciones en la adhesión de brackets</i>	23
<i>2.3.6 Técnica para la adhesión de brackets</i>	24
2.3.7 Tipos de adhesivos	26
2.3.8 Brackets.....	27
2.3.9 Clasificación de los brackets.....	28

2.3.9 Descementado	32
 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	36
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	36
3.2 Población de estudio	36
3.3 Criterios de selección	37
3.4 Variables	38
3.5 Procedimientos y técnicas	39
3.6 Analisis estadistico	44
3.7 Análisis de la información	45
 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1 Análisis e interpretación de resultados.....	48
4.2 Discusión de resultados.....	51
 CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Brackets Estéticos. Medición del área de la base del bracket estéticos antes del cementado y medida la Fuerza de Cizallamiento con la Maquina de Ensayos Universal en Megapascuales (Mpa)	46
Tabla 2.	Brackets Metálicos. Medición del área de la base del bracket metálico antes del cementado y medida la Fuerza de Cizallamiento con la Máquina de Ensayos Universal en Megapascuales (Mpa)	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Fuerza de cizallamiento necesaria para el desprendimiento de dos tipos de brackets metálicos y brackets estéticos, cementados sobre esmalte dental in vitro	48
Cuadro 2.	Comparación de las fuerzas necesarias de desprendimiento entre los dos tipos de brackets metálicos y brackets estéticos	49
Cuadro 3.	Efecto sobre el esmalte dental que ocasionan los dos tipos de brackets, después del desprendimiento	50

RESUMEN

Objetivo: Comparar la resistencia adhesiva mediante la prueba de cizallamiento *in vitro* de dos tipos de brackets (Metálicos y Cerámicos) con retención mecánica y su efecto sobre el esmalte dental.

Materiales y Métodos: Fue un estudio comparativo, descriptivo y transversal. La muestra estuvo comprendida por 30 dientes premolares, divididos en dos grupos de 15 (Grupo 1, brackets metálicos y grupo 2, brackets cerámicos de la marca Ortho Classic OC). Los brackets fueron adheridos sobre la superficie del esmalte de premolares humanos utilizando resina (Transbond XT, 3M Unitek). Luego se evaluó la resistencia al cizallamiento con una Máquina Universal de Ensayos (Alfred Amsler de Suiza). Los datos obtenidos en Kilogramos fuerza, fueron convertidos a Megapascuales (Mpa). 22.7 Mpa para los brackets metálicos y 18.4 Mpa para los brackets cerámicos. Por otro lado la superficie de los dientes fueron observados al electromicroscopio para ver la presencia o ausencia de fractura del esmalte dental.

Resultados: Los brackets metálicos mostraron una mayor resistencia estadística al cizallamiento. El desprendimiento de los brackets no ocasionó fractura en el esmalte dental.

Conclusiones: La resistencia adhesiva al cizallamiento fue mayor en los brackets metálicos evaluados. A pesar de los resultados para ambos tipos de brackets la fuerza de cizallamiento no ocasionan fractura del esmalte dentario.

Palabras Claves: Resistencia al cizallamiento, adhesión, brackets.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

Las enfermedades bucodentales, como la caries dental, la enfermedad periodontal y la maloclusión constituyen problemas de salud pública que afecta principalmente a las comunidades más pobres, esto lo indica la Organización Mundial de la Salud, y en el Perú la prevalencia de estas enfermedades es del 70% (PAHO 1998, 2004).

La ortodoncia es una especialidad de la odontología que con el pasar de los años ha aumentado su popularidad y demanda. Hemos pasado de tratamientos que utilizaban brackets soldados a bandas hasta adhesión directa al diente; desde brackets metálicos, plásticos, cerámicos, brackets con diferente número de aletas y diferentes tamaños; hasta brackets linguales y autoligables, todo ello con la finalidad de obtener la mayor estética, fácil remoción, menor lesión a tejidos periodontales, que faciliten una mejor higiene oral, y mayor comodidad para el paciente.

Desde que apareció la técnica de adhesión del bracket a la superficie del diente, los odontólogos ortodoncistas han buscado que el bracket preformado facilite la transmisión de fuerzas necesarias durante la biomecánica del movimiento dental y por otro lado que tenga buena adhesión al esmalte dental. Por tal motivo, los brackets han sido elaborados de distintos materiales, tratando de obtener el que muestre propiedades físicas y químicas que brinden una mayor capacidad de

adherencia a la superficie dentaria (Fernandez L, 1999); (López, 2004); (Ascención, 2005)

Según las preferencias de los pacientes respecto al uso de aparatos ortodóncicos, ellos prefieren, en primer lugar, no tener brackets; en segundo lugar, prefieren los aparatos alternativos como brackets linguales y alineadores; el tercer lugar lo tienen los brackets estéticos y en último lugar están los brackets metálicos y los autoligados. (Shih-Hsuan, Greenlee, Kim, Smith & Huang, 2008)

Debido a la demanda de “tratamientos estéticos”, los brackets han ido cambiando sus diseños y disminuyendo su área y/o tamaño de su malla, que influyen directamente en la adhesión de estos a la superficie dentaria. Existen también otras variables, que influyen sobre la adhesión del bracket, las habilidades del profesional durante el proceso de cementado, el comportamiento del paciente, el agente adhesivo, variaciones en la superficie del esmalte, y las propiedades de los brackets (Caballero, Bincos, Fernández, Rivera & Tanaka, 2011).

Por otro lado en el mercado comercial podemos encontrar que cada año aparecen nuevas marcas de brackets, que pregonan mejores propiedades de adhesión y que se ven reflejados en las diferencias de costos.

Sobre el tiempo de duración del tratamiento de ortodoncia, muchos pacientes que requieren tratamientos rechazan el tratamiento por la necesidad de realizar extracciones o cirugías ortognática para llevarlo a cabo y principalmente por la duración del mismo: entre 18-30 meses en función de las opciones terapéuticas y las características individuales del paciente (AAO, 2007)

1.2 Formulación del Problema

Es por eso, que en el presente trabajo de investigación se formuló la siguiente pregunta: ¿Cuál es la resistencia al cizallamiento *in vitro* de dos tipos de brackets y su efecto sobre el esmalte dental?

1.3 Justificación de la Investigación.

1.3.1 Justificación Teórica

El desprendimiento del bracket u otro dispositivo en boca durante un tratamiento ortodóncico puede poner en riesgo la salud del paciente (Pasar a la vía aérea y digestiva y producir lesiones a los tejidos adyacentes). También trae como consecuencia que el tiempo de tratamiento sea más prolongado y más incómodo para el paciente, generando más costo.

La mayoría de los pacientes que usan brackets son jóvenes o niños y el daño que se podría causar el desprendimiento de los brackets en el esmalte dental es irreversible llegando a provocar hipersensibilidad dentaria y/o la necesidad de una restauración estética. El esmalte dental es una estructura que no se regenera, y por lo tanto, es de suma importancia reducir al mínimo las alteraciones que se le puedan causar al llevar a cabo este tipo de tratamientos. Existe controversia en los trabajos de

investigación publicados sobre el daño al esmalte dental que se produce luego del desprendimiento del brackets.

1.3.2 Justificación Práctica

Durante el tratamiento ortodóncico, los brackets adheridos a los dientes están sometidos a diversos tipos de fuerzas como: desplazamiento, tensión, torsión y combinaciones de éstas. Ya que en el laboratorio es muy complicado crear los fenómenos físicos que produzcan esas fuerzas y obtener así una situación similar de lo que ocurre con un bracket dentro de la cavidad oral del paciente durante el tratamiento, la presente investigación va simular *in vitro* la fuerza de desprendimiento (tracción y/o cizallamiento). Por otro lado es muy importante mencionar que en el Perú no hay estudios al respecto, pero si existen antecedentes de estudios en otros países donde se utilizaron otros tipos de brackets y adhesivo que no disponemos en nuestro mercado. Además dichos estudios que han evaluado la fuerza de adhesión y otros que han evaluado el daño en el esmalte dentario, no se ha encontrado estudios que hayan evaluado ambas situaciones a la vez.

Los resultados de este estudio permitirán conocer cuál de los dos tipos de brackets tiene mayor fuerza de resistencia al cizallamiento *in vitro* y la presencia de daño que ocasiona en el esmalte dental y así proponer estrategias que ayuden a mejorar los resultados de los tratamientos de ortodoncia.

1.3 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

Comparar la resistencia al cizallamiento *in vitro* de dos tipos de brackets y su efecto sobre el esmalte dental.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Medir la fuerza de cizallamiento necesaria para el desprendimiento de dos tipos de brackets metálicos y brackets cerámicos, cementados sobre esmalte dental *in vitro*.
- Comparar las fuerzas de cizallamiento necesarias para el desprendimiento de los dos tipos de brackets metálicos y brackets cerámicos.
- Evidenciar el efecto sobre el esmalte dental que ocasionan los dos tipos de brackets, después del desprendimiento.

1. 5 Hipótesis

H₀: No existe diferencia en la resistencia al cizallamiento in vitro entre los brackets metálicos, cerámicos y en su efecto sobre el esmalte dental.

H₁: Existe diferencia en la resistencia al cizallamiento in vitro entre los brackets metálicos, cerámicos y en su efecto sobre el esmalte dental.

1.6 Cuadro de operacionalización de Variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador Dimensión	Valor final	Escala	Tipo de variable
Resistencia al cizallamiento	Acción o capacidad de tolerar y oponerse a la separación de dos superficies que se hacen uno.	La resistencia que muestra el material antes de la fractura a consecuencia de una fuerza tensional tangencial aplicada.	<ul style="list-style-type: none"> Mpa Medida con la maquina universal INSTRON (Unidimensional)	Mpa	Numérica	Fija: Cuantitativa
Efecto sobre el esmalte dental	Solución de continuidad (fractura) en el tejido del esmalte dental	Superficie a consecuencia de la fractura de la unión adhesiva del brackets con la superficie de esmalte dentario tras la ejecución de la prueba de cizallamiento.	<ul style="list-style-type: none"> Presente/Ausente Medido con el Estereomicroscopio (Unidimensional)	Presente Ausente	Nominal	Aleatoria: Cualitativa

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Filosófico

La Ortodoncia es una de las especialidades más antiguas de la Estomatología. Antes de contar con los sistemas de brackets que se usan comúnmente en la actualidad, la ortodoncia tuvo que pasar por ciertos procesos evolutivos. (Pramod & Nanda, 2003)

Pierre Fauchard considerado históricamente como el “padre de la Ortodoncia”, en los años 1728 menciona que es posible realizar movimientos dentales para lo cual diseño una banda metálica con perforaciones por donde pasaban hilos que servían para sujetarse a dientes vecinos. (Mayoral & Mayoral, 2004)

En 1915, Edgar Angle, considerado el “Padre de la ortodoncia moderna” desarrollo el aparato arco cinta, el mismo que introdujo los brackets que eran más simples tanto en su construcción como en su activación. Ya para 1928 reemplazo el aparato arco cinta por bandas individuales para cada diente surgiendo la técnica arco de canto. (Bjom & Zacrisson, 2003).

Con la introducción de las técnicas de adhesión se ha producido cambios espectaculares en la práctica de la ortodoncia. En 1955 Buonocore demostró el aumento de la adhesión producido por el pretratamiento con ácido fosfórico. En 1965, Neuman con la llegada de la adhesión con resinas epóxica empezó a aplicar estos descubrimientos para la adhesión de aparatos ortodóncicos.

La adhesión de los brackets dentro de la boca está afectada por diferentes fuerzas que interfieren sobre él; estas fuerzas pueden darse en tres sentidos del espacio los mismos que están dados por medio de momentos y fuerzas.

Las fuerzas no solo están producidas por la función normal de la masticación si no por dobleces realizados en el alambre; sin embargo tratar de reproducir los efectos de todas estas fuerzas en Vitro no es fácil. Las fuerzas que con mayor frecuencia han sido reproducidas in Vitro son: tracción, torque o torsión, cizallamiento o desplazamiento. (Katona & R, 2006)

“La fuerza de tracción es provocada por una carga que tiende a estirar o alargar un cuerpo. En Odontología, existen pocas situaciones con fuerzas de tracción puras”. Un ejemplo de tracción pura puede darse al masticar un caramelo pegajoso que puede despegar los brackets.

“La fuerza de cizallamiento resiste el desplazamiento o movimiento de una parte de un cuerpo sobre otro; por ejemplo si se aplica una fuerza sobre la superficie de esmalte con un instrumento con bordes afilados, paralelamente a la interfase entre el esmalte y el brackets de ortodoncia, el brackets se despegará a causa de la fuerza de cizallamiento” (Kenneth & Anusavice, 2004)

El propósito de este estudio es comparar la resistencia a la tracción que ofrecen los brackets metálicos y estéticos, medida en una máquina de pruebas universales y observar la presencia o ausencia de lesión en el esmalte dentario, observado con un estereomicroscópio.

2.2 Antecedentes

Da Rocha y col (2014), evalúa in vitro sesenta incisivos inferiores bovinos, la resistencia al cizallamiento de tres marcas de brackets cerámicos Allure®, InVu® y Clarity® y una marca metálica Geneus® donde observó que no existe diferencia estadística en relación con las cargas de fuerza de enlace de corte.

Habibi, Hosseinzadeh & Hooshmand (2007), recomiendan de una fuerza de cizallamiento mínima de 6 a 8 MPa para el descementado de brackets, resultados que concuerdan con los obtenidos por Lee y cols. (2008), de 4.7 y 6,6 MPa para el descementado de brackets metálicos utilizando diferentes tipos de sistemas adhesivos.

Joseph y cols. (1990), en su estudio encontraron que los brackets cerámicos requieren mayor fuerza de cizallamiento para el descementado. Estos resultados coinciden con los obtenidos por, Al-Saleh y El-Mowafy (2010), los cuales necesitaron de 2.2 a 6 MPa para descementar brackets metálicos y de 7.7 a 17 MPa para descementar brackets cerámicos con fuerzas de cizallamiento, utilizando varios tipos de resinas autoadhesivas.

Gwinnett y cols. (1988), concluyen con los resultados de sus estudios que los brackets cerámicos pueden ofrecer una alternativa viable con respecto a los brackets metálicos, ya que no observaron diferencias significativas en relación a las fuerzas de cizallamiento.

Shamsi y cols. (2006), evaluaron la fuerza de cizallamiento y la cantidad de adhesivo remanente luego del descementado de brackets metálicos. Los brackets se cementaron en premolares que fueron cementados en envases acrílicos con la cara vestibular paralela al borde inferior del envase acrílico. Los brackets fueron descementados con un alambre 0.018" x 0.025" de acero que abrazaban los brackets. Obtuvieron un rango entre 8,05 y 10,87 MPa, utilizando diferentes adhesivos.

Según Bishara y cols. (1990), menciona que la introducción de brackets cerámicos ha cambiado el sitio de falla del adhesivo de la interfase bracket-adhesivo a la interfase esmalte-adhesivo, el sitio menos deseado.

Odegaard y Segner (1988), encontraron que el sitio de falla del adhesivo predominante para los brackets metálicos era la interfase bracket-adhesivo, en contraste con el sitio de falla del adhesivo de los brackets cerámicos con retención química, que se ubicaba en la interfase esmalte-adhesivo.

Según Artun y Bergland (1984), cuando se eliminan los restos de adhesivo con el uso cuidadoso de fresas de carburo de tungsteno a una velocidad cercana a 25.000 rpm, sin refrigeración con agua, se logra un adecuado contraste con el esmalte.

Según Pus y Way (1980), la cantidad total de esmalte que se pierde luego del descementado y la eliminación del adhesivo se encuentra entre 29,5 y 41,2 μm , dependiendo del instrumento utilizado para el descementado y la profilaxis.

Reed y cols. (1991), en su estudio en el que compararon luego del retiro de brackets metálicos y brackets cerámicos con retención mecánica y química. Encontraron mayor daño en el esmalte en el descementado de brackets cerámicos que en metálicos, aunque ambos fueron a nivel microscópico. Los brackets cerámicos con retención mecánica, causaron menos daño al esmalte que los brackets cerámicos con retención química.

2.3 Bases Teóricas

2.3.1 Esmalte Dental

El esmalte, llamado también tejido adamantino o sustancia adamantina, es el tejido más duro del organismo debido a que estructuralmente está constituido por millones de prismas altamente mineralizados que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentinaria a la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal. (Gómez, 1999)

La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (0,36 – 2%) de matriz orgánica. Los cristales de hidroxiapatita constituidos por fosfato de calcio representan el componente inorgánico del esmalte. En esto se asemeja a otros tejidos mineralizados como el hueso, la dentina y el cemento. (Gómez, 1999)

El esmalte frente a una noxa, reacciona con pérdida de sustancia siendo incapaz de repararse, es decir, no posee poder regenerativo como sucede en otros tejidos del organismo aunque puede darse en él fenómeno de remineralización.

Por su superficie externa está en relación directa con el medio bucal. Por la superficie interna se relaciona con la dentina por medio de la conexión amelodentinaria. (Fig. 1)

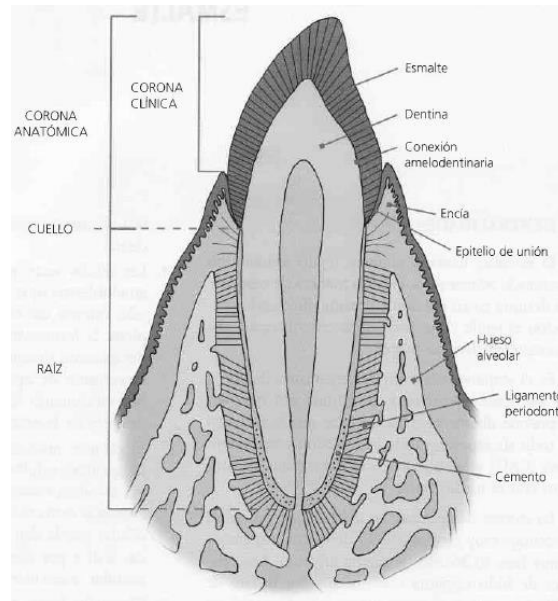


Fig. 1 Relaciones del esmalte. (Gómez, 1999)

2.3.2 Propiedades físicas del esmalte

Dureza:

Es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. Presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (escala de uno a diez). La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización.

Elasticidad:

Es muy escasa pues depende de la cantidad de agua y de sustancia orgánica que posee. Por ello es un tejido frágil, con tendencia a las macro y micro fracturas, cuando no tienen un apoyo dentinario elástico los valores medios del módulo elástico de Young (capacidad elástica de un material o deformación que sufre al incidir sobre él una fuerza).

Color y transparencia:

El esmalte es translucido, el color del diente varía entre un blanco amarillento a un blanco grisáceo, pero este color no es propio del esmalte, si no que depende de las estructuras subyacentes, en especial de la dentina. La transparencia puede atribuirse a variaciones en el grado de calcificación y homogeneidad del esmalte. A mayor mineralización, mayor translucidez.

Permeabilidad:

Es extremadamente escasa y se ha visto mediante marcadores radioactivos o radioisótopos que el esmalte pueda actuar como una membrana semipermeable, permitiendo la difusión de agua y de algunos iones presentes en el medio bucal. Se ha sugerido que existen vías submicroscópicas de transporte molecular, el agua actuaría como agente transportador de iones en la matriz adamantina, se aprovecha este sistema submicroscópico de poros para llevar a cabo el primer nivel de prevención, con aportes de fluoruros por topicaciones, geles o pastas fluoradas.

Radiopacidad:

(Oposición al paso de los rayos Roentgen); es muy alta en el esmalte, ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización. (Gómez, 1999)

2.3.3 Adhesión de brackets

Según la Sociedad Americana de Materiales Dentales (ASTM) indica que la adhesión es la fuerza capaz de mantener materiales unidos por medio de enlaces entre sus superficies. Si hablamos de ortodoncia, la adhesión sería el medio de unión entre el esmalte dental y la base del bracket, que se consigue por la unión

mecánica del adhesivo a las irregularidades del esmalte superficial de la pieza dental y las uniones mecánicas formadas en la base del bracket. (Rodríguez & White, 2008); (Uribe, 2004)

Reseña histórica

- Buonocuore (1955), introduce el concepto de grabado ácido del esmalte. En su estudio, demostró que la adhesión de la resina al esmalte dental se incrementaba al tratar el esmalte con ácido fosfórico al 85%, aunque sus resultados tardaron casi 20 años a tener uso clínico.
- Bowen (1962), introduce la resina Bis-GMA, el primer agente de unión al esmalte dental.
- En 1970, aparece el primer composite fotocurable (Fil-Dentsply).
- Gaspole & Erickson (1986), demuestran que el grabado del esmalte sólo requiere de 15 segundos.

Tipos de adhesión

Uribe (2004) lo clasifica en:

- *Adhesión mecánica:* Requiere de la presencia de factores físicos irregulares como poros que logran una traba mecánica entre los materiales.
- *Adhesión química:* Se caracteriza por que intervienen fuerzas primarias como por ejemplo enlaces covalentes, iónicos, metálicos y fuerzas de Van Der Walls.
- *Adhesión física:* Se caracteriza por la unión entre átomos en la interfase del adhesivo y el adherente.
- *Adhesión híbrida:* Combinación de las anteriores.

2.3.4 Ventajas y limitaciones en la adhesión de brackets

(Proffit, 2008) describe las principales ventajas:

1. Es más estético, rapidez y simplicidad.
2. Permite un mejor manejo en dientes incluidos, dientes con erupción parcial o morfología atípica.
3. Mejor comodidad para el paciente con respecto a la técnica multibandas,
4. Facilita la higiene dentogingival.
5. Permite tratamientos complementarios como la remodelación de la corona, desgaste interproximal o la operatoria con resinas.
6. No requiere una separación interdental previa, lo cual no alarga la longitud del arco como ocurre en la técnica multibandas, en la que se crean espacios que se deben cerrar al final del tratamiento.

Entre las desventajas tenemos:

1. Mayor probabilidad de despegado del bracket.
2. El grabado ácido superficial del esmalte es una forma de descalcificación.
3. La dificultad de eliminar todo el adhesivo remanente luego de culminar el tratamiento.

2.3.5 Técnica para la adhesión de los brackets

Paso 1: Limpieza

Según los autores en referencia recomiendan realizar una correcta limpieza de los dientes con piedra pómez para eliminar la película orgánica y los restos de placa. Realizar teniendo la precaución de no lastimar el margen gingival y causar el sangrado de los dientes que no han erupcionado completamente. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Uribe, 2004)

Paso 2: Acondicionamiento del esmalte

Control de la Humedad: Es importante y necesario tener el campo de trabajo seco, utilizando los productos como:

- Separador de labios y carrillos.
- Eyector/suctor de saliva.
- Separador de lengua
- Torundas de algodón y/o rollos de gasa.

Pretratamiento del esmalte:

El acondicionamiento del esmalte con ácido es aumentar la energía de superficial y el área en el sustrato mediante la eliminación del material antiguo y aumentando la porosidad de un tejido que ya es poroso. Se aplica la solución o gel de acondicionamiento sobre la superficie del esmalte durante 15 a 30 segundos (según el fabricante). (Barkmeier, Gwinnett, & Shaffer, 1987); (Carstensen, 1986); (Fitzpatrick & Way, 1977); (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Stephen, Kirkwood, Main, Gillespie, & Campbell, 1982)

Después del grabado ácido, lavar con abundante agua sobre los dientes. El lavado del ácido debe durar entre 30 a 60 segundos por diente. En seguida, se secan los dientes minuciosamente con aire no contaminado, para obtener una apariencia mate y blanco tiza del esmalte. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Uribe, 2004)

Paso 3: Selladores, imprimadores

Después de la preparación del esmalte, se aplica una fina capa de agente adhesivo sobre la superficie del esmalte. La capa de adhesivo puede disiparse aplicando un poco de aire durante 1 o 2 segundos seguidamente se coloca el bracket. Producen una retención mecánica, debido a que fluye dentro de los poros del esmalte grabado e incrementan la tensión superficial. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Uribe, 2004)

Paso 4: Adhesión del brackets

Adhesión de los brackets y accesorios, la mayoría de los profesionales utilizan la técnica directa de adhesión en vez de la indirecta. (Keim, Gottlieb, Nelson, & al., 2002); (Proffit, 2008)

Existen dos tipos de adhesión de brackets directa e indirecta, sin embargo la técnica de adhesión de brackets para nuestro trabajo de investigación será la directa, que es la siguiente:

Transferencia

Haciendo uso de una pinza portabacket se coge al bracket y se aplica el adhesivo sobre la parte posterior de la base. En seguida se coloca el bracket sobre el diente cerca de la posición correcta.

Posicionamiento

Haciendo uso de un explorador posicionamos el bracket en sentido mesiodistal e incisivo-gingival.

Ajuste

Con el explorador teniendo un punto de contacto sobre el bracket se presiona firmemente hacia la superficie del diente. Es necesario un buen ajuste para obtener una adecuada resistencia adhesiva, para de esta manera obtener una penetración óptima del adhesivo en la base del bracket y un menor deslizamiento cuando el exceso de material se extiende por la periferia.

Retiro de excesos

Es aceptable que haya un pequeño exceso de adhesivo para asegurarse de que el adhesivo se fije a la base del bracket cuando se coloque. El exceso puede ser útil cuando los dientes tienen una morfología anormal; debe eliminarse (sobre todo en el margen gingival) con el explorador antes del polimerizado o con fresas, después de éste. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Gwinnett, 1988)

2.3.7 Tipos de adhesivos

Es recomendable las siguientes características: (Canut, 2005)

1. Resistente a la fractura.

2. Consistencia fluida para que pueda penetrar en la malla de la base del bracket.
3. Estabilidad dimensional luego del fotocurado y no sufrir contracción excesiva.
4. De fácil manipulación.
5. Debe ser biocompatible.

Existen dos tipos de resinas para adherir los brackets, ambos son polímeros y se clasifican en resinas acrílicas y de diacrilato y pueden tener relleno o no.

Las resinas acrílicas están constituidas por acrílico autopolimerizable y están compuestas de monómero de metil metacrilato y polvo ultrafino.

Las resinas diacrilato están compuestas de resina epoxi modificada con acrílico, bis-GMA o resina de Bowen.

Una diferencia importante entre ambos tipos de resina es que las resina acrílicas sólo forman polímeros lineales, por el contrario, las resinas diacrilato pueden polimerizar mediante entrecruzamiento formando una malla tridimensional, lo que le confiere una mayor resistencia, menor absorción de agua y menor contracción por polimerización. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Reynolds, 1975)

2.3.8 Brackets

Elemento pasivo metálico o cerámico cuya función es guiar los movimientos dentales producidos a través de las fuerzas ejercidas por los elementos activos como el arco principal, elásticos, resortes, etc. Los pacientes de hoy en día esperan una bonita sonrisa al final del tratamiento, pero también les importa su

apariciencia durante el tiempo de tratamiento. Es por ello que los fabricantes han introducido en el mercado los brackets translúcidos o transparente de cerámica. Una de las diferencias entre los brackets de cerámica y el acero inoxidable, es la forma como responden a grandes presiones; el bracket de metal se dobla, y los brackets cerámicos se fracturan. (Flores, Caruso, Scott, & Jeiroudi, 1990); (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Keim, Gottlieb, Nelson, & al., 2002); (Rodríguez & White, 2008)

2.3.9 Clasificación de los brackets

Los brackets se pueden clasificar en varios grupos: (Rodríguez & White, 2008)

Según el método de adhesión:

- a) Para soldar en las bandas
- b) Para adhesión directa/indirecta

Según su composición:

- a) Metálicos: De acero quirúrgico inoxidable
- b) Estéticos:
 - Cerámicos: de óxido de aluminio
 - Plásticos: de policarbonato
 - Híbridos: mezcla de dos o más materiales

Según su diseño:

a) Estándar Edgewise:

No presenta información de 1er, 2do y 3er orden (sin angulación, sin torque, sin rotación y normalmente sin in/out). Por lo que necesitan el uso de arcos multiloops o dobleces compensatorios.

b) Preajustados:

- Torque en la base o en el slot del brackets
- Angulación en la base o en la ranura del brackets: inclinación mesiodistal
- Rotación presente en la base del cuerpo del bracket a través de una diferencia de altura en sentido mesiodistal.

Según su manufactura:

a) Cortados (tallados): Se construye por separado la base y el cuerpo del brackets; se realizan cortes para formar el slot y las aletas. Luego se le suelda la base, la cual ya tiene la malla retentiva y la forma anatómica del diente al que será pegado.

b) Fundidos (colados): Inyectados a presión en un molde que contiene la forma del bracket, tanto el cuerpo como la base en una sola unidad.

c) Híbridos: Tanto el cuerpo como la base son fundidos por separados, esto le permite una gran delicadeza en los detalles; presentan una base soldada al cuerpo. Generalmente estos son el de mayor calidad en su diseño.

Tipos de Brackets

a. Brackets de Plástico

Elaborados de policarbonato y los pacientes lo desean por un tema estético. Carecen de resistencia al desgaste a nivel de la ranura por los alambres (lo que provoca pérdida de control del diente), absorción de agua, se decoloran y requieren de resinas de adhesión compatibles. Existen brackets de plástico con ranura de acero son útiles como alternativa en casos de estética, sin embargo, es necesario que sean más grandes para que las aletas de unión tengan la resistencia adecuada. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Reynolds, 1975)

b. Bracket de Cerámica

Los brackets cerámicos se elaboran a partir de óxido de aluminio monocristalino o policristalino, resistentes a la decoloración, al desgaste y las tinciones al compararlos con los brackets de plástico. El óxido de aluminio o alúmina, se forma cuando el aluminio se une al acero para remover el oxígeno disuelto en el acero. (Se combinan las ventajas estéticas de los brackets de plástico y la fiabilidad de los brackets metálicos). Se pueden utilizar ligaduras de acero, siempre con mucho cuidado. Estos brackets ofrecen una mayor estética, muchos profesionales se rehúsan a utilizarlos por sus tendencias a la fractura y a dañar el esmalte durante el descementado. (Bishara, Ortodoncia, 2003); (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Habibi, Hosseinzadeh, & Hooshmand, 2007); (Krell, Courey, & Bishara, 1993)

Los brackets cerámicos se adhieren al esmalte por medio de dos mecanismos:

- 1) Retención mecánica a través de la malla en la base del bracket.
- 2) Adhesión química (el adhesivo con el agente de acoplamiento de silano)

Por lo que el agente de acoplamiento de silano se utiliza como mediador químico. Recientemente se han desarrollado brackets cerámicos que incorporan agentes de acople de silano en sus diseños para mejorar la adhesión. Con la retención mecánica, la tensión que se ejerce en el descementado generalmente ocurre en la interfase adhesivo-bracket, mientras que con la adhesión química, debido a la resistencia adhesiva excesiva, las tensiones se desplazan a la interfase esmalte-adhesivo. (Bishara & Trulove, Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: An in vitro study. Part I. Background and methods, 1990)

Otra de las diferencia entre los brackets metalicos y los brackets de cerámica es la mayor fricción que presentan los cerámicos, son más duros que el acero de tal forma que llegan a desgastar el esmalte cuando entran en contacto, presenta un superficie más áspera lo que retiene placa (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006)

c. Brackets Metálicos

Los brackets metálicos son los más utilizados en la práctica de ortodoncia debido a sus ventajas mecánicas y clínicas, pero la falta de estética pueden resultar inaceptables para algunos pacientes. Se fijan al esmalte mediante retención mecánica, fundamentalmente gracias a la malla de la base. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006);

Desde el invento de la resina para el pegado del brackets, se han diseñado varios tipos de retención en la bases de los brackets metálicos: de ellas, las bases con ranuras y de malla son las más populares. Es probable que la base del bracket no sea un factor crucial en lo que se refiere a la resistencia adhesiva. La base se debe diseñar siguiendo el contorno de la superficie dental a lo largo del margen gingival donde ira adherida el brackets, la base no debe ser más pequeña que las aletas del bracket para evitar el peligro de sufrir desmineralización en torno a la

periferia. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Odegaard & Segner, Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket, 1998)

2.3.9 Descementado

Procedimiento que consiste en retirar los brackets y todos los accesorios de la superficie de los dientes, y luego dar tratamiento de limpieza al esmalte dental para que sea prácticamente igual a como era antes del tratamiento, sin producir iatrogenia. Una técnica común de descementado con los primeros sistemas adhesivos incluía la rotación del bracket con un alicate o haciendo palanca por los costados con un instrumento afilado (cuando los adhesivos tenían una fuerza de adhesión limitada). Actualmente los sistemas adhesivos han mejorado y las fuerzas de adhesión han aumentado, por lo que se han diseñado instrumentos especiales para remover los brackets. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006)

El procedimiento para el descementado de brackets puede dividirse en dos fases:

- Retirada de los brackets metálicos /estéticos
- Eliminación de los restos de adhesivos del esmalte.

Retiro de brackets metálicos

Existen varias técnicas para retirar los brackets metálicos con alicates, el método más conocido consiste en colocar las puntas del alicate de doble pico, en los bordes distal y mesial de la base del bracket a manera de aislar el bracket del

diente (Fig.2) Una técnica también conocida consiste en apretar las aletas del bracket en sentido mesiodistal con alicates como el Weingart o el Howe y despegarlo ejerciendo una fuerza de separación. (Bishara, Ortodoncia, 2003); (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006)



Fig 2. Descementado de brackets metálicos con alicates

Retiro de brackets cerámicos

Los brackets cerámicos con retención mecánica causan menos problemas a la hora de retirarlos que los brackets con retención química., la remoción de los brackets de cerámica se logra con alicates especialmente diseñados, que aplican una fuerza de tensión o de cizallamiento a la superficie dental (Fig. 3). Se deben eliminar los excesos de adhesivos antes del descementado para permitir un adecuado asentamiento del alicate. Las pinzas trabajan aplicando una deformación del bracket, rompiendo la interfase bracket-adhesivo o causando un stress en el adhesivo, logrando una falla cohesiva en la resina. No se debe retirar el bracket ejerciendo presión mesiodistalmente junto a la interfase bracket-adhesivo, debido a que pueden aparecer fracturas horizontales en el esmalte. (Bishara, 1993); (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006).



Fig 3. Descementado de brackets cerámicos

Eliminación de los restos de adhesivos

Es difícil eliminar totalmente los restos de adhesivos del esmalte debido a la similitud en el color de los adhesivos, motivo por el cual se dejan restos de resina en muchos pacientes y al cabo de cierto tiempo, estos restos de resina suelen decolorarse y resultan antiestéticos. (David, Staley, Bigelow, & Jakobsen, 2002)

Estos restos de adhesivos puede eliminarse con instrumentos manuales o rotatorios abrasivos.

Entre los métodos manuales tenemos el alicate para quitar brackets o con un raspador, este método es rápido y suele tener éxito en el caso de dientes curvos (premolaes, caninos), teniendo resultados pobres en dientes anteriores planos. También se corre el riesgo de provocar rayas y marcas notables. (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006)

Entre los métodos rotatorios abrasivos tenemos las fresas con un contrángulo y buena refrigeración; consiste en utilizar una fresa de carburo de tungsteno cónica y una pieza de mano con contraángulo. La experiencia clínica y los estudios de laboratorio señalan que se requieren de aproximadamente de 30.000 rpm de velocidad óptima para eliminar rápidamente el adhesivo sin dañar el esmalte. Se deben realizar ligeros movimientos de pincelado para que la fresa no raye el esmalte (Fig.4). En el momento de eliminar los últimos restos de adhesivo no se recomienda utilizar la refrigeración con agua, ya que ésta disminuye el contraste con el esmalte. Se pueden utilizar fresas de carburo tungsteno con forma flama y fina a velocidades superiores a las 30.000 rpm. Las fresas de diamante ultrafinas

de turbina también pueden rayar la superficie de manera considerable. (Campbell, 1995); (Graber, Vanarsdall, & Vig, 2006); (Hong & Lew, 1995)



Fig 4. Retiro de adhesivo con fresas de carburo de tungsteno

Resistencia al cizallamiento o corte

Se utiliza para la evaluación de la unión de dos biomateriales, como por ejemplo, la porcelana sobre un metal o la unión de un composite a esmalte grabado o sin grabar y con agentes adhesivos o no. Existen otras formas de evaluación de la resistencia de los materiales, como lo son la tensión o tracción y la torsión (Fig.5). (Steenbecker, 2011)

La fractura adhesiva se refiere al despegue de un adhesivo o material adhesivo de una superficie que queda limpia de residuos. La fractura cohesiva en cambio, ocurre en el cuerpo del adhesivo o del material adhesivo, por lo que quedarán residuos en, al menos una de las superficies adherentes. (Chen, y otros, 2008)

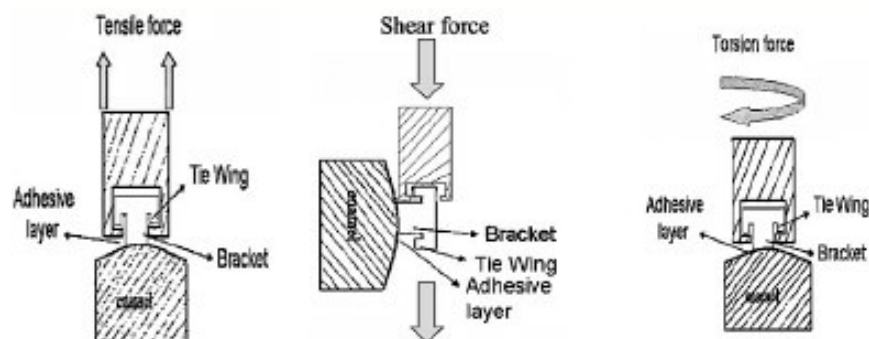


Fig 5. Diferentes modos de descementado de brackets.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

Se realizó un estudio comparativo, descriptivo y transversal.

3.2 Población de estudio

La población es la muestra; y estuvo comprendida por 30 dientes premolares humanos que fueron extraídos por indicación terapéutica, divididos aleatoriamente en 2 grupos de 15 dientes. Al primer grupo (Grupo 1) se les cementó brackets metálicos (Orthoclastic slot 0.022”), al segundo grupo (Grupo 2) se les cementó brackets cerámicos (Orthoclastic slot 0.022”).

El tamaño muestral fue determinado por un estudio piloto, los datos obtenidos fueron reemplazados en la fórmula:

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

n = sujetos necesarios en cada una de las muestras

Z_α = Valor Z correspondiente al riesgo deseado (1.960 a un 95% de significancia)

Z_β = Valor Z correspondiente al riesgo deseado (poder estadístico del 80%)
0.842

S² = Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia. 1.29

d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos)
1.33

$$n = \frac{26.130}{1.76} = 14.77 \quad n = 15$$

Por consiguiente, el tamaño de la muestra para cada grupo es 15 haciendo un total de 30 unidades para el estudio.

3.3 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Dientes premolares de pacientes que acuden a la consulta odontológica de la clínica dental privada.
- Dientes premolares de pacientes masculinos y femeninos jóvenes.

- Dientes premolares extraídos por indicación terapéutica, sean maxilares o mandibulares.
- Dientes premolares cuyas coronas clínicas, presenten tamaño y forma normal, esmalte en buen estado, sin anomalías del desarrollo y que no posean caries, restauraciones metálicas o resinas.

Criterios de exclusión

- Dientes con fracturas de esmalte, caries, anomalías del desarrollo o que posean restauraciones metálicas o plásticas.
- Dientes que hayan recibido tratamiento de blanqueamiento dental.
- Dientes que hayan recibido tratamiento de endodoncia.

3.4 Variables

Variable fija:

- Brackets metálicos
- Brackets cerámicos

Dispositivos terapéuticos fijos que van adheridos de manera temporal en la superficie del esmalte de los dientes; sirven para soportar al elemento activo que es el arco y de esta manera corregir la posición dentaria anómala en los huesos maxilares. (Proffit, 2008)

Variable aleatoria:

- *Resistencia al cizallamiento:* Resistencia que muestra el brackets antes del desprendimiento de la superficie del esmalte dental a consecuencia de una fuerza tensional tangencial.
Variable de tipo cuantitativa, su indicador es la prueba de cizallamiento, medida en escala de razón y esta valorizada en Mpa.
- *Efecto sobre el esmalte dental:* Defecto (Fractura) en la superficie del esmalte dental a consecuencia del desprendimiento de dos cuerpos de prueba, tras la ejecución de la prueba de cizallamiento. Variable es de tipo cualitativa y su indicador es la observación al estereomicroscopio, medida en escala nominal y esta valorizada en Presente/ Ausente. (Ver anexo 1)

3.5 Procedimientos y técnicas

Capacitación

Se realizó la primera capacitación en la instalación del laboratorio de Mecánica para conocer el funcionamiento de la maquina universal de ensayos y poder así entender el proceso de la prueba experimental, estuvo impartido por el Ing. Sebastián Mauro Lazo Ocho jefe de laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería.

La segunda capacitación fue efectuada para el manejo del estereomicroscopio y la toma de imágenes, el rotulado y almacenamiento de las mismas en el programa computarizado, dicha capacitación fue dada por el responsable Sr. Sáenz Hernández Molina, técnico de histología, anatomía y radiología bucomaxilofacial de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Muestra

El estudio se realizó en dientes premolares humanos extraídos por indicación terapéutica. Luego de extraídos, para evitar la deshidratación, los dientes fueron colocados en una solución de suero fisiológico al 0.9% la cual fue cambiada cada día para evitar el crecimiento bacterial.

Cada diente fue colocado de forma vertical en un envase de caucho con acrílico en su interior, de manera que la corona clínica no queda sumergida en el acrílico. (Fig. 6)



Fig. 6 Dientes sumergido en acrílico

Fase de registro de las superficies del esmalte al esteromicroscopio.

Antes de cementar los brackets, los dientes en estudio se limpiaron por 15 segundos con piedra pómez con copa de caucho se evaluó la integridad de la superficie y se escaneó en el Estereomicroscopio de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (Fig. 7)

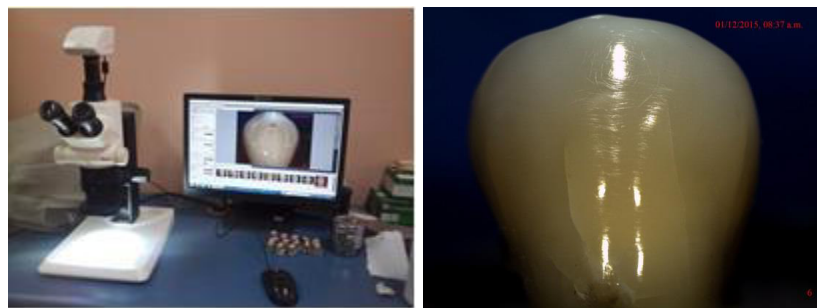


Fig. 7 Registro inicial de las estructuras a evaluar

Fase de Acondicionamiento del esmalte y pegado de brackets:

Para el proceso de cementado del brackets en primer lugar se realizó el grabado de ácido de las superficies vestibulares con ácido orto fosfórico al 37% por 15 segundos, siguiendo las instrucciones del fabricante. Luego los dientes fueron rociados con agua por 30 segundos para eliminar el ácido y posteriormente secados con aire por 30 segundos más. Se le aplicó una delgada capa de adhesivo (3M Unitek Transbond XT. Light Cure Adhesive Primer) y fotocurado por 30 segundos siguiendo las instrucciones del fabricante. Posteriormente se aplicó la resina (3M Unitek Transbond XT. Light Cure Adhesive Pasta) en la base del brackets se colocó en el centro de la corona clínica del diente premolar, presionándolo firmemente, se eliminó los excesos luego se procedió a la fotopolimerización por 30 segundos tanto los brackets estéticos como los metálicos (Orthoclasia slot 0.022”), con una lámpara de fotocurado a 5 mm de distancia con una lámpara de luz Halógena modelo LITEX 680A (DENTAMERICA) (Fig. 8)



Fig. 8 Materiales utilizados para el cementado de brackets

Luego del pegado de los brackets tanto metálicos como estéticos fueron sumergidos en los troqueles de acrílicos de autocurado lento para permitir el adecuado posicionamiento del diente según su eje dentario.

Se dividieron los 30 dientes en forma aleatoria en 2 grupos (Grupo 1 y Grupo 2). Los dientes del Grupo 1 fueron marcados con números del 1 al 15 y se les colocaron brackets Estéticos. Los dientes del Grupo 2, fueron marcados con números del 16 al 30 y se les colocaron brackets metálicos (Fig. 9)



Fig 9. División en 2 grupos de 15

Prueba de resistencia al cizallamiento:

Los brackets de los grupos 1 y 2 han sido sometidos a la prueba de cizallamiento previa medición del área de la base del brackets, (Fig 10).



Fig. 10 Medición del área de la base del brackets

Luego se fijaron los troqueles deacrílico de tal manera que la cuchilla de cizallamiento tenga una dirección tangencial al eje del diente. La máquina universal de ensayos marca ALFRED J. AMSLER Y CIA SHAFFHAUSEN/SUIZA, N° DE SERIE 46/224, capacidad de 5 TON. del laboratorio de la Facultad de Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (Fig. 11)



Fig. 11 Máquina universal de ensayos

Evaluación de la presencia o ausencia de fractura del esmalte dental:

Posterior al descementado de los brackets tanto metálicos como estéticos los dientes fueron evaluados en el Estereomicroscopio para evaluar la presencia o ausencia de fractura del tejido esmalte. Fig. 12

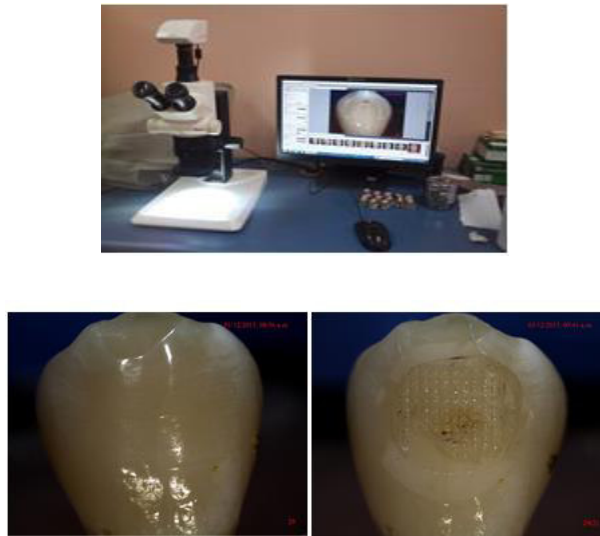


Fig. 12 Reevaluación de la superficie del diente posterior al desprendimiento del brackets

3.6 Análisis Estadístico

La información fue obtenida a través de las Fichas de Recolección de Datos (Anexo 2), donde se registró las fuerzas de cizallamiento y el registro de la presencia o ausencia de fractura en la superficie dental después del desprendimiento de los brackets de la superficie del esmalte dental y seguidamente se digitaron en una base de datos Excel 2010. Los análisis de los datos se realizaron en el programa estadístico SPSS 20. El análisis estadístico se dividió en dos fases:

La primera fase corresponde a las medidas descriptivas comúnmente aplicadas en el estudio de datos extraídos de una población; estas son las referentes a las medidas de centralización: Las medias, medianas, desviaciones estándar,

mínimos, y máximos de las fuerzas de las fuerzas de cizallamiento. También se procedió a realizar la prueba de normalidad de la muestra, para lo cual se utilizó el test de Kolmogorov – Smirnov, por que el número de muestra es de 30. Las variables con distribución normal fueron la fuerza de cizallamiento, y se les aplicó la prueba de correlación de Lilliefors para medir la fuerza de cizallamiento entre los dos grupos brackets metálicos y cerámicos.

La segunda fase corresponde a la aplicación de la inferencia estadística, por lo tanto los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba estadística “t” de Student ya que solo se experimentó con dos variables. Se utilizó el modelo “t” Student con muestras independientes, ya que este análisis realiza una comparación de medias para saber si existen diferencias significativas entre ambas variables. Y para comparar si a mayor fuerza de cizallamiento ocasionaba fractura y/o lesión a nivel del esmalte dental se empleó el chi cuadrado con un nivel de significancia del 0,05.

3.7 Análisis de la Información

Tabla 1. Brackets Estéticos. Medición del área de la base del brackets antes del cementado y medida la Fuerza de Cizallamiento con la Máquina de Ensayos Universal en Megapascuales (Mpa)

MUESTRAS Nº	LONG mm	ANCHO mm	AREA mm ²	CARGA kg	ESF. CORTE	
					kg/mm ²	Mpa
1	3.5	3.6	12.60	12	0.95	9.3
2	3.5	3.6	12.60	28	2.22	21.8
3	3.5	3.6	12.60	18	1.43	14.0
4	3.5	3.6	12.60	25	1.98	19.5
5	3.5	3.6	12.60	23	1.83	17.9
6	3.5	3.6	12.60	21	1.67	16.4
7	3.5	3.6	12.60	29	2.30	22.6
8	3.5	3.6	12.60	12	0.95	9.3
9	3.5	3.6	12.60	27	2.14	21.0
10	3.5	3.6	12.60	28	2.22	21.8
11	3.5	3.6	12.60	20	1.59	15.6
12	3.5	3.6	12.60	29	2.30	22.6
13	3.5	3.6	12.60	31	2.46	24.1
14	3.5	3.6	12.60	15	1.19	11.7
15	3.5	3.6	12.60	38	3.02	29.6

Tabla 2. Brackets Metálicos. Medición del área de la base del brackets antes del cementado y medida la Fuerza de Cizallamiento con la Máquina de Ensayos Universal en Megapascuales (Mpa)

MUESTRAS Nº	LONG mm	ANCHO mm	AREA mm ²	CARGA kg	ESF. CORTE	
					kg/mm ²	Mpa
16	3.4	3.7	12.58	27	2.15	21.1
17	3.4	3.7	12.58	29	2.31	22.6
18	3.4	3.7	12.58	26	2.07	20.3
19	3.4	3.7	12.58	24	1.91	18.7
20	3.4	3.7	12.58	25	1.99	19.5
21	3.4	3.7	12.58	36	2.86	28.1
22	3.4	3.7	12.58	33	2.62	25.7
23	3.4	3.7	12.58	34	2.70	26.5
24	3.4	3.7	12.58	27	2.15	21.1
25	3.4	3.7	12.58	29	2.31	22.6
26	3.4	3.7	12.58	31	2.46	24.2
27	3.4	3.7	12.58	25	1.99	19.5
28	3.4	3.7	12.58	28	2.23	21.8
29	3.4	3.7	12.58	30	2.38	23.4
30	3.4	3.7	12.58	34	2.70	26.5

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis e interpretación de resultados

CUADRO N° 1

FUERZA DE CIZALLAMIENTO NECESARIA PARA EL DESPRENDIMIENTO DE
DOS TIPOS DE BRACKETS METÁLICOS Y BRACKETS ESTÉTICOS,
CEMENTADOS SOBRE ESMALTE DENTAL IN VITRO.

FUERZA NECESARIA PARA EL DESPRENDIMIENTO		
	BRACKETS METÁLICOS (Mg/Pa)	BRACKETS CERÁMICOS (Mg/Pa)
N	15	15
Media	22.773	18.480
Mediana	22.600	19.500
Desviación estándar	2.9018	5.7704
Rango	9.4	20.3
Mínimo	18.7	9.3
Máximo	28.1	29.6

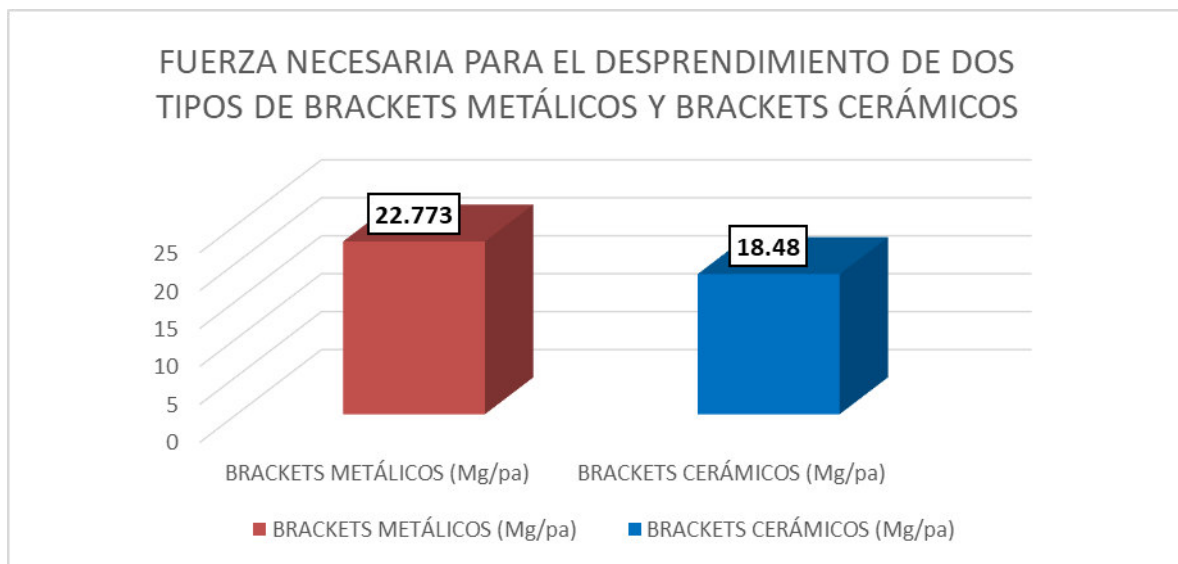
Fuente: base de datos

El cuadro muestra la fuerza necesaria para el desprendimiento de brackets metálicos y estéticos, donde la media de la fuerza para el desprendimiento para los brackets metálicos fue de 22.773 Mg/pa +/- 2.9018, con un mínimo de 18.7 y un máximo de 28.1; respecto a los brackets estéticos la fuerza de desprendimiento fue de 18.480 +/- 5.7704, con un mínimo de 9.3 y un máximo de 29.6

Como se observa la media de fuerza para el desprendimiento fue mayor para los brackets metálicos (22.773 mg/pa) en relación a los brackets estéticos (18.480 mg/pa).

CUADRO N° 2

COMPARACIÓN DE LAS FUERZAS NECESARIAS DE DESPRENDIMIENTO ENTRE LOS DOS TIPOS DE BRACKETS METÁLICOS Y BRACKETS ESTÉTICOS



Fuente: base de datos

Prueba de muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
FUERZA DE DESPRENDIMIENTO	Se asumen varianzas iguales	6.638	.016	2.574	28	.016	4.2933	1.6677	.8772	7.7095
	No se asumen varianzas iguales			2.574	20.655	.018	4.2933	1.6677	.8216	7.7650

El cuadro muestra la comparación de las fuerzas de desprendimiento entre los dos tipos de brackets donde, la media de fuerza de desprendimiento para los brackets metálicos fue de 22.773 Mg/pa, y para los brackets cerámicos fue de 18.48 Mg/pa con una diferencia de medias de 4.29 Mg/pa, donde esta diferencia de acuerdo a la prueba t de Student fue de 2.574 con un $p=0.018$ asumiendo varianzas no iguales lo que significa que la fuerza de cizallamiento para los brackets metálicos fue mayor respecto a los brackets estéticos además esta diferencia fue significativa ($p<0.05$).

CUADRO N° 3

EFFECTO SOBRE EL ESMALTE DENTAL QUE OCASIONAN LOS DOS TIPOS DE BRACKETS, DESPUÉS DEL DESPRENDIMIENTO

EFECTO SOBRE EL ESMALTE	GRUPO		Total
	METALICO	CERAMICO	
SI	0	1	1
NO	15	14	29
Total	15	15	30

X^2 : 1.034, GL: 1, $p=0.309$

Fuente: base de datos

El cuadro muestra el efecto sobre el esmalte dental de los tipos de brackets después del desprendimiento donde respecto a los brackets metálicos no hubo ningún caso de efecto sobre el esmalte y en los brackets cerámicos sólo hubo un caso que presentó efecto sobre el esmalte, de acuerdo a la prueba chi cuadrado estas frecuencias no fueron significativas $p>0.05$, quiere decir que el efecto sobre el esmalte no está asociado al tipo de brackets.

4.2 Discusión de resultados

Los estudios in vitro que analizan la fuerza adhesiva sobre los dientes humanos son importantes y necesarios. Sin embargo es preciso mencionar que los estudios in vitro tienen ventajas y limitaciones para la evaluación de los sistemas adhesivos. Por un lado, su mayor ventaja es que solamente en un entorno in vitro, se logra obtener las condiciones óptimas y el aislamiento absoluto requerido para la adhesión de brackets. Pero por otro lado existe una serie de parámetros con respecto al ambiente oral que no pueden ser reproducidas en esta clase de estudios. Por ejemplo el estrés generado por los arcos ante las fuerzas oclusales, variaciones del pH o temperatura ni la existencia de la complejidad de la microflora oral y sus subproductos.

Sin embargo hay autores como Matasa (1995), quien afirma que la microflora y sus subproductos pueden producir irregularidades substanciales en las propiedades de la estructura y superficie de los sistemas adhesivos y por ende, conllevar a una falla en la unión adhesiva.

Odegaard y Col (1998) en su estudio concluye que los brackets cerámicos que poseen una base tratada químicamente con silano, tienen una fuerza adhesiva superior a la de los brackets metálicos ; la cual oscila entre los 18.8 y 28.3 MPa.

Forsberg y Col (1992) hacen mención que cuando se introdujo la segunda generación de brackets cerámicos con base por retención mecánica, se observó que la fuerza adhesiva y el daño al esmalte era significativamente menor que los brackets con base por enlace químico.

En el presente estudio se evaluó el comportamiento de los brackets metálicos y cerámicos con retención mecánica en el momento del descementado, tomando en cuenta la fuerza necesaria para lograr la separación del bracket de la superficie del esmalte. Ambos brackets estudiados presentan una adhesión de tipo mecánica al esmalte, por lo que se supone que deberían crear una unión de tipo temporal mediante la traba lograda por la malla de la base del bracket metálico y por las ranuras de la base del bracket Cerámico y por lo tanto su descementado debería ser similar.

Los resultados de este estudio muestran un promedio de 22.7 MPa necesarios para el descementado de los brackets metálicos y un promedio de 18.4 MPa para lograr el descementado de brackets cerámicos con retención mecánica. A pesar de que los brackets cerámicos tienen el mismo método de retención que los brackets metálicos, fue necesaria una menor fuerza para el descementado. Esto puede deberse a la naturaleza del material de ambos brackets tomando en cuenta que fueron cementados con el mismo sistema adhesivo y a que la base de los brackets metálicos es de tipo malla y la base del bracket cerámico tiene ranuras o muescas.

Da Rocha y Col. (2014), Utilizaron sesenta incisivos inferiores de bovino en tres tipos de brackets cerámicos (Allure, Invu y Clarity) y un tipo de brackets metálico (Geneus): No observaron diferencias estadísticamente significativas en relación con las cargas de resistencia de la unión al cizallamiento siendo el promedio en MPa de los cerámicos (11.74, 10.91, 12.71) y el brackets metálico de 9.97.

Reynolds (1985), citado por Habibi y cols. (2007), habla de una fuerza de cizallamiento mínima de 6 a 8 MPa para el descementado de la mayoría de brackets, resultados que concuerdan con los obtenidos por Lee y cols. (2008), de 4.7 y 6,6

MPa para el descementado de brackets metálicos utilizando diferentes tipos de sistemas adhesivos y que están lejos de los obtenidos en este estudio.

Joseph y cols. (1990), obtuvieron como resultados de sus estudios un requerimiento de mayor fuerza de cizallamiento para el descementado de brackets cerámicos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Al-Saleh y El-Mowafy (2010), los cuales necesitaron de 2.2 a 6 MPa para descementar brackets metálicos y de 7.7 a 17 MPa para descementar brackets cerámicos con fuerzas de cizallamiento, utilizando varios tipos de resinas autoadhesivas.

Gwinnett y cols. (1988), concluyen con los resultados de sus estudios que los brackets cerámicos pueden ofrecer una alternativa viable con respecto a los brackets metálicos, ya que no encontraron diferencias significativas en cuanto a las fuerzas de cizallamiento.

Por el contrario, Habibi y cols. (2007), obtuvieron un mayor promedio de fuerza de descementado para brackets metálicos en comparación con brackets cerámicos con retención mecánica. Tal vez esto se deba a los brackets que utilizaron, el sistema adhesivo empleado, al tipo de descementado, que fueron diferentes a los del presente estudio.

Shamsi y cols. (2006), evaluaron la fuerza de cizallamiento y la cantidad de adhesivo remanente luego del descementado de brackets metálicos. Los brackets se cementaron en premolares que fueron cementados en envases acrílicos con la cara vestibular paralela al borde inferior del envase acrílico. Los brackets fueron descementados con un alambre 0.018" x 0.025" de acero que abrazaban los brackets. Obtuvieron un rango entre 8,05 y 10,87 MPa, utilizando diferentes adhesivos. Para el desarrollo del presente estudio, se utilizaron premolares extraídos que también fueron cementados en envases acrílicos y se les aplicaron fuerzas de cizallamiento. Tal vez no podemos hablar de fuerzas de cizallamiento puras, puesto que en el estudio de Shamsi la fuerza fue aplicada desde un punto lejano por medio de dos ligaduras metálicas que se entorcharon entre sí y que medían 10 cm, lo cual puede ser la explicación a los valores más bajos de fuerza obtenidos en comparación

a nuestro estudio, pero al desarrollar la experimentación con las mismas condiciones para todas las muestras es probable que se haya logrado una estandarización con resultados más homogéneos.

Según Bishara y cols. (1990), la introducción de brackets cerámicos no ha cambiado el sitio de falla del adhesivo de la interfase bracket-adhesivo a la interfase esmalte-adhesivo, el sitio menos deseado se sigue manteniendo a favor del tejido de esmalte puesto lo que encontramos es el mayor desprendimiento entre el bracket y el adhesivo sin importar el tipo de brackets.

Según Artun y Bergland (1984), cuando se eliminan los restos de adhesivo con el uso cuidadoso de fresas de carburo de tungsteno a una velocidad cercana a 25.000 rpm, sin refrigeración con agua, se logra un adecuado contraste con el esmalte. Lo cual permite diferenciar el adhesivo del tejido de esmalte dental.

Gwinnett y cols. (1988), encontraron una constante falla de los brackets metálicos y cerámicos con retención mecánica-química en la interfase bracket-adhesivo. Lo cual coincide con los resultados con nuestro estudio.

Según Pus y Way (1980), la cantidad total de esmalte que se pierde luego del descementado y la eliminación del adhesivo se encuentra entre 29,5 y 41,2 μm , dependiendo del instrumento utilizado para el descementado y la profilaxis. Este estudio nos permitirá abrir una línea de investigación para evaluar cuanto de tejido de esmalte dentario está comprometido cuando se utiliza otro aditamento que no sea el de carburo Tungsteno a baja velocidad.

Reed y cols. (1991), realizaron un estudio en el que compararon el descementado de brackets metálicos, brackets cerámicos con retención mecánica y química. Encontraron mayor daño en el esmalte en el descementado de brackets cerámicos que en metálicos, aunque ambos fueron a nivel microscópico. Los brackets cerámicos con retención mecánica, causaron menos daño al esmalte que los brackets cerámicos con retención química. Este estudio no coincide con el nuestro puesto que nosotros solo encontramos 1 de 30 casos fractura de esmalte durante el

cizallamiento de un brackets cerámico sin embargo no sucedió esto con los brackets metálicos.

Reynolds y Col (1979) sugiere que la mínima fuerza adhesiva que se requiere para la mayoría de las necesidades ortodóncicas clínicas es de 5,9 – 7.8 MPa; pero casi todos los estudios concuerdan que la fuerza mínima que se necesita para mantener adherido al bracket al diente es de 8 MPa o mayor. Los resultados de la fuerza adhesiva en nuestro estudio son mucho mayores a los requeridos, ya que la fuerza de cizallamiento requerido para los brackets metálicos fueron 22.7 MPa y para los brackets estéticos fueron 18.4 MPa.

CONCLUSIONES

- La fuerza de cizallamiento para los brackets metálicos fue de 22.77 MPa y para los brackets cerámicos 18.48 MPa.
- En las condiciones en las que el presente estudio fue realizado, la fuerza de cizallamiento para el desprendimiento de los brackets metálicos fue mayor que los brackets cerámicos, lo cual fue estadísticamente significativa.
- La fuerza de cizallamiento para el desprendimiento de los brackets metálicos en nuestro estudio no ocasionó ningún efecto sobre el esmalte dental.

RECOMENDACIONES

- La presencia cada vez mayor de pacientes que buscan estética dental en nuestras consultas es una realidad, por lo que debemos conocer los brackets estéticos, adhesivos que existen en el mercado, manejar aquellos con los que tengamos mayor práctica y tengamos buenos resultados, buscando que a la hora del descementado sea lo más fácil posible.
- Es importante continuar la investigación y el desarrollo de brackets estéticos que nos ofrezcan una fuerza ideal para resistir el tiempo activo del tratamiento y para lograr un descementado óptimo con el menor daño posible a la superficie del esmalte.
- Se recomienda continuar con esta línea de investigación experimental sobre los materiales en odontología en nuestro país con los insumos ofrecidos en nuestro mercado.
- Los profesionales de la salud debemos tomar conciencia de que tratamos con pacientes, personas, seres humanos y por lo tanto debemos mantenernos actualizados, realizar más investigaciones y desarrollar nuestro trabajo con conocimiento y sustento científico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ascención, V. (2005). Effects on the bond strength of brackets. *American Journal of Dentistry*, 18(6), 323-326.
- Avery, J., & Chiego, D. (2007). *Principios de histología y embriología bucal con orientación clínica*. España: Elsevier Mosby.
- Azzeh, E., & Feldon, P. (2003). Laser debonding of ceramic brackets: A comprehensive review. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 123:79-83.
- Barkmeier, W., Gwinnett, A., & Shaffer, S. (1987). Effect of reduced acid concentration and etching time on bond strength and enamel morphology. *Journal of Clinical Orthodontic*, 21:395-398. .
- Bennett, C., Shen, C., & Waldron, J. (1984). The effects of debonding on the enamel surface. *Journal Clinical of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 18:330-4.
- Bishara, S. (2003). *Ortodoncia*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Bishara, S., & Trulove, T. (1990). Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: An in vitro study. Part I. Background and methods. *Bishara SE, Trulove TS. Comparisons of different debonding techniques for cAmerican Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 90:145-53.
- Bjom, U., & Zacrisson. (2003). *Adhesión en ortodoncia*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Buonocore, M. (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling material to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34:849-53.
- Buzzitta, V., Hallgreen, S., & Powers, J. (1982). Bond strength of orthodontic direct-bonding cement bracket systems as studies in vitro. *American Journal of Orthodontic*, 81:87-92.
- Campbell, P. (1995). Enamel surfaces after orthodontic brackets debonding. *Angle Orthodontic*, 65:103.
- Canut, J. (2005). *Ortodoncia clínica y terapéutica*. España: Masson.
- Carstensen, W. (1986). Clinical results after direct bonding of brackets using shorter etching times. *Am. J. Orthod*, 89:70-72.
- Chen, C., Hsu, M., Chang, K., Kuang, S., Chen, P., & Gung, Y. (2008). Failure Analysis: Enamel Fracture after Debonding Orthodontic Brackets. *Angle Orthodontic*, 78:1071-77.
- da Rocha, J., Abdo, M., da Silva, M., Abdo, C., Nelson, C., & Farinazzo, R. (2014). Shear bond resistance and enamel surface comparison after the bonding and debonding of ceramic and metallic brackets. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 1, 77-85.

- David, V., Staley, R., Bigelow, H., & Jakobsen, J. (2002). Remnant amount and cleanup for 3 adhesives after debracketing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 121:291-6 .
- Diaz, C. (2004). Debonding a new ceramic bracket: A clinical study. *Journal Clinical of Orthodontic*, 38:442-445 .
- Diedrich, P. (1981). Enamel alterations from bracket bonding and debonding: a study with the scanning electron microscope. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 79:500-23.
- Fernandez L, C. J. (1999). In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. *European Journal of Orthodontic*, 21, 71-7.
- Fitzpatrick, D., & Way, D. (1977). The effects of wear, acid etching and bond removal on human enamel. *Am J Orthod*, 72:671-81.
- Flores, D., Caruso, J., Scott, G., & Jeiroudi, M. (1990). The fracture strength of ceramic brackets: a comparative study. *Angle Orthodontic*, 60:269-76.
- Forsberg, C., & Hagberg, C. (1992). Shear bond strength of ceramic brackets with chemical or mechanical retention. *British Dental Journal* , 183 - 189.
- Fredericks, H. (1981). Mutagenic potential of orthodontic bonding materials. *American Journal Orthodontic*, 80:316.
- Graber, T., Vanarsdall, R., & Vig, K. (2006). *Ortodoncia. Principios y técnicas actuales*. Madrid: Elsevier Mosby.
- Gwinnett, A. (1988). A comparison of shear bond strengths of metal and ceramic brackets. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 93:346-8.
- Habibi, M., Hosseinzadeh, T., & Hooshmand, T. (2007). HabibiComparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: An in-vitro study. *Habibi M, Hosseinzadeh T, Hooshmand T. Comparison of debonding characteristics of metal and cAmerican Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedia*, 132:675.
- Hong, Y., & Lew, K. (1995). Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket deboding. *European Journal Orthodontic*, 17:121 .
- Johnson, W., & Hembree, J. (1976). Shear strength of orthodontic direct bonding adhesives. *Am J Orthod*, 70:559-566.
- Joseph, V., & Rossouw, E. (1990). The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *Joseph VP, Rossouw E. The shear bond strengths of stainless steel andAmerican Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 97:121-5 .

- Katona, T., & R, L. (2006). Effect of loading mode on bond strenght of orthodontic brackets bonded with 2 systems. *AJODO*, 129:60-4.
- Keim, R., Gottlieb, E., Nelson, A., & al., e. (2002). Study of orthodontic diagnosis and treatment procedures. *Journal of Clinical Orthodontic*, 36:553-568 .
- Kenneth, J., & Anusavice, P. (2004). *Ciencia de los materiales dentales*. España: Elsevier.
- Krell, K., Courey, J., & Bishara, S. (1993). Orthodontic bracket removal using conventional and ultrasonic debonding techniques, enamel loss, and time requirements. *Krell KV, Courey JM, Bishara S. Orthodontic bracket removal using conventional and American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 103:258.
- Lew, K., Chew, C., & KW, L. (1991). A comparison of shear bond strengths between new and recycled ceramic brackets. *Eur J Orthod*, 13:306. .
- López, F. (2004). Fuerza de retención el esmalte con adhesivos usados en ortodoncia, utilizando dos tipos de base de brackets (estudio comparativo in vitro). *Revista Odontológica Mexicana*, 122-126.
- Matasa, C. (1995). Microbial attack of orthodontic adhesivo. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132-141.
- Mayoral, J., & Mayoral, G. (2004). *Ortodoncia principios básicos y práctica*. Buenos Aires: Medica Panamericana.
- O'Brien, K., Watts, D., & Read, M. (1988). Residual debris and bond strength - Is there a relationship? *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 94:222-30.
- Odegaard, J., & Segner, D. (1998). Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 94:201-6.
- Pramod, K., & Nanda, R. (2003). *Aparatos ortodonicos fijos de arco de canto*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Proffit, W. (2008). *Ortodoncia Contemporánea* (Cuarta edición ed.). Editorial Elsevier Mosby.
- Pus, W., & Way, D. (1980). Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. *American Journal of Orthodontic and Denthofacial Orthopedic*, 77:269-83 .
- Reed, T., & Shivapuja, P. (1991). Debonding Ceramic Brackets: Effects on Enamel. *Journal Clinical of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 25:475-481.
- Reynolds, I. (1979). A new of direct orthodontics bonding . *British Journal of Orthodonctics*, 171 - 178.
- Rodríguez, E., & White, L. (2008). *Ortodoncia Contemporánea*. Amolca.

- Shamsi, A., Cunningham, J., Lamey, P., & Lynch, E. (2006). Shamsi AA, CunninShear Bond Strength and Residual Adhesive after Orthodontic Bracket Debonding. *Angle Orthodontic*, 76:694–699 .
- Silverman, E., Cohen, M., Gianelly, A., & Dietz, V. (1972). A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod*, 62:236-244.
- Sinha, P., & Nanda, R. (1997). The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 112:132-7.
- Swartz, M. (1988). Ceramic brackets. *Journal Clinical of Orthodontic*, 22:82.
- Thompson, R., & Way, D. (1981). Enamel loss due prophylaxis and multiple bonding/debonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 79:282 .
- Uribe, R. (2004). *Ortodoncia. Teoría y clínica*. Colombia: Corporación para investigaciones biológicas.
- Van Waes, H., Matter, T., & Krejci, I. (1997). Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 112:666.
- Viazis, A., Cavanaugh, G., & RR, B. (1990). Bond strength of ceramic brackets under shear stress; an in vitro report. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 74:259-263. .
- Vukovich, M., Wood, D., & Daley, T. (1991). Heat generated by grinding during removal of ceramic brackets. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 99:505
- White, L. (1975). Effective saliva control for orthodontic patientas. *J Clin Orthod*, 9:648.
- Zachrisson, B. (1977). A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *American Journal of Orthodontic*, 71:173-189.
- Zachrisson, B., Skogan, O., & Hoymyhr, S. (1980). Enamel cracks in debonded, debanded, and orthodontically untreated teeth. *American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic*, 77:307.

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACION	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿Cuál es la resistencia al cizallamiento <i>in vitro</i> de dos tipos de brackets y su efecto sobre el esmalte dental? Lima-Perú. 2014-2015.</p>	<p>Comparar la resistencia al cizallamiento <i>in vitro</i> de dos tipos de brackets y su efecto sobre el esmalte dental. Lima-Perú. 2014-2015</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</p> <p>-Medir la fuerza necesaria para el desprendimiento de dos tipos de brackets (metálicos y cerámicos) cementados sobre esmalte dental <i>in vitro</i>.</p> <p>-Comparar las fuerzas de desprendimiento necesarias entre los dos tipos de brackets.</p> <p>-Evidenciar el efecto sobre el esmalte dental que ocasionan los dos tipos de brackets, después del desprendimiento</p>	<p>El desprendimiento del bracket u otro dispositivo en boca durante un tratamiento ortodóncico puede poner en riesgo la salud del paciente (atorarse, tragar y producir lesiones a los tejidos adyacentes). También trae como consecuencia que el tiempo de tratamiento sea más prolongado y más incómodo para el paciente, generando más costo.</p>	<p>Hipótesis Nula:</p> <p>No existe diferencia de la resistencia al cizallamiento entre los brackets metálicos y estéticos y su efecto sobre el esmalte dental.</p> <p>Hipótesis alterna:</p> <p>Sí existe diferencia significativa entre la resistencia al cizallamiento entre los brackets metálicos y estéticos y su efecto sobre el esmalte dental.</p>	<p>Fija:</p> <p>Resistencia al cizallamiento:</p> <p>Aleatoria:</p> <p>Efecto sobre el esmalte dental</p>	<p><u>TIPO DE ESTUDIO:</u></p> <p>Comparativa, Analítico, transversal, prospectivo</p> <p>Población: 30 piezas dentales (premolars)</p> <p>Unidad de Análisis: Brackets y dientes premolares</p> <p>Muestra: 30 dientes.</p> <p><u>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</u></p> <p>1. Se realizó una medición de la fuerza de resistencia del bracket al cizallamiento con la máquina INSTRON en el laboratorio de la UNI.</p> <p>2. Se realizó una observación al electromicroscopio de la superficie dental para ver la presencia de fractura del esmalte dental en el laboratorio de microscopía de la UPCH.</p>

ANEXO N°2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

BRACKETS METÁLICOS

	Fuerza de Cizallamiento	Fractura en esmalte SINO
Troquel 01		
Troquel 02		
Troquel 03		
Troquel 04		
Troquel 05		
Troquel 06		
Troquel 07		
Troquel 08		
Troquel 09		
Troquel 10		
Troquel 11		
Troquel 12		
Troquel 13		
Troquel 14		
Troquel 15		

BRACKETS ESTÉTICOS



	Fuerza de Cizallamiento	Fractura en esmalte SINO
Troquel 01		
Troquel 02		
Troquel 03		
Troquel 04		
Troquel 05		
Troquel 06		
Troquel 07		
Troquel 08		
Troquel 09		
Troquel 10		
Troquel 11		
Troquel 12		
Troquel 13		
Troquel 14		
Troquel 15		